Bab 2
Landasan Teori

Salah satu kegiatan rekayasawan industri yang tertua adalah mentata letak pabrik dan menangani pemindahan bahan. Setidaknya itulah yang biasa dikatakan orang beberapa tahun terakhir ini, yaitu kegiatan yang berhubungan dengan perancangan susunan unsur fisik suatu kegiatan dan selalu berhubungan erat dengan industri manufaktur., yang penggambaran hasil rancangannya dikenal sebagai tata letak pabrik. Dan tata letak yang baik selalu melibatkan tatacara pemindahan bahan di pabrik sehingga kemudian disebut tata letak pabrik dan pemindahan bahan.

Namun, sejalan dengan meluasnya pandangan rekayawasan industri ke arah kegiatan fasilitas fisik, sekarang ini rekayawasan menjadi paham bahwa hampir semua kegiatanyang mempunyai arti akan menuntut fasilitas fisik, dan sering kali fasilitas seperti itu dapat dan harus direncanakan dan dirancang mengikuti prinsip dan aturan yang hampir sama dengan yang digunakan dalam tata letak pabrik. Maka, dia mulai menggunakan metodologi rancangan tadi bagi tipa fasilitas fisik sehingga perancangan fasilitas merupakan satu istilah yang penting bagi penyusunan unsur fisik untuk pergudangan, kantor pos, toko, restoran, rumah saki, rumah, atau bahkan pabrik.

Pada proyek seperti itu, tujuannya secara keseluruhan adalah mempertimbangkan masukan-masukan yang tepat, dan merancang susunan yang dapat menyangkilkan perpindahan masukan tadi, melalui sarana yang ada, sementara kegiatan yang dibutuhkan berlangsung untuk mencapai keluaran yang diiinginkan (lihat Tabel 1-1-). Seperti yang terlihat, seluruh kegiatan melibatkan masukan dan keluaran. Proses tadi dapat disebut sebagai produksi (kegiatan produktif) dan seringkali membutuhkan sejumlah tempat kerja, mesin, atau perlengkapan lain, yang dilalui masukan (bahan) ketika masukan diproses menjadi keluaran.

2.1. Definisi Perancangan Fasilitas

Rekayawasan perancang fasilitas menganalisis, membentuk konsep, merancang dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa. Rancangan ini pada umunya digambarkan sebagai lantai perencanaan, yaitu satu susuan fasilitas fisik (perlengkapan, tanah, bangunan dan sarana lain) untuk mengoptimumkan hubungna antar petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha secara sangkil, ekonomis dan aman.

Tabel 2.1. Unsur Utama Dalam Perancangan Fasilitas

No.	Tempat	Jenis Masukan	Kegiatan Produksi	Keluaran
1	Pabrik	Bahan baku dan bahan penunjang	Pengubahan bahan baku menjadi komponen, rakitan dan produk	Produk dan sisa
2	Gudang barang	Sejumlah besar barang dagangan	Penyimpanan dan persediaan	Pesanan pedagang
3	Gudang took	Pesanan pedagang	Penataan, pengiriman yang mudah, pemindahan kepemilikan	Barang-barang tertentu bagi pelanggan
4	Kantor pos	Surat dan paket	Pemilihan dan pengumpulan	Penyusunan urutan surat dan paket
5	Restoran	Makanan dan bahan lain	Penyiapan makanan	Hidangan
6	Rumah sakit	Pasien, obat-obatan, dan bahan penunjang	Pelayanan yang dibutuhkan pasien	Pasien yang terawat
7	Rumah	Makanan, peralatan, bahan lain, dsb.	Acara makan dan kegiatan dalam rumah	Manusia bahagia

Umumnya, tujuan keseluruhan rancangan fasilitas adalam membawa masukan (bahan, pasokan dll.) melalui setiap fasilitas dalam waktu tersingkat yang memungkinkan dengan biaya yang wajar. Dalam batasan industri, makin singkat sepotong bahan berada di dalam pabrik, makin kecil keharusan pabrik menanggung beban buruh dan ongkos tidak langsung. Kebanyakan pekerjaan perancangan fasilitas berhubungan dengan fasilitas industry atau pabrik.

2.2. Fungsi-fungsi dan kegiatan perancangan fasilitas

Jika sebuah tata letak berfungsi untuk menggambarkan sebuah susunan yang ekonomis dari tempat-tempat kerja yang berkaitan, dimana barang-barang dapat diproduksi secara ekonomis, maka seyogianya dirancang dengan memahami tujuan penata letak. Tujuan utama diantaranya:

a) **Memudahkan proses manufaktur**. Tata letak harus dirancang sedemikian sehingga proses manufaktur dapat dilaksanakan dengan cara yang sangat sangkil. Saran-saran khusus dalam merancang tata letak adalah:
   - Susun mesin, peralatan, dan tempat kerja sedemikian hingga barang dapat bergerak dengan lancer sepanjang suatu jalur selangsung mungkin.
   - Hilangkan hambatan-hambatan yang ada. Telah umum dikatakan bahwa 80 persen dari waktu sepotong barang dilewatkan dalam pabrik, baik selagi dipindahkan maupun selama disimpan. Hanya 20 persen dari waktunya yang merupakan waktu produktif.
   - Rencanakan aliran, sehingga pekerjaan yang melalui sebuah tempat dapat dikenali dan dihitung dengan mudah, dengan kemungkinan kecil tercampur dengan komponen lain atau onggokan lain dalam tempat yang berdekatan.
   - Jaga mutu pekerjaan dengan merencanakan pemenuhan syarat-syarat yang mengarahkan pada mutu yang baik.

b) Meminimumkan pemindahan barang

Tata letak yang baik harus dirancang sedemikian seingga pemindahan barang dituurnkan sampai batas minimum. Jika dapat dilaksanakan, pemindahan harus mekanis dan semua pemindahan harus dirancang untuk memindahkan komponen-

komponen menuju daerah pengiriman. Jika mungkin, komponen harus dalam keadaan ‘diproses’ sambil dipindahkan, ketika misalnya ketika dicat, dipanggang, dibersihkan dan lain-lain.

c) Menjaga keluwesan

Meskipun sebuah pabrik atau departemen dapat dirancang untuk meproduksi sejumlah barang, adakalanya dihadapi beberapa keadaan yang memerlukan perubahan kemampuan produksinya. Beberapa perubahan yang mungkin terjadi mugkin saja dapat ditanggulangi dengan mudah jika diantisipasi dalam perencanaan awal. Cara yang umum dalam memudahkan penyusunan ulang peralatan ini adalah dengan membangun atau memasang system utilitas pada tempat-tempat yang sambungan-sambungan pelayanannya dapat dipasangkan dengan mudah ketika bangunan didirikan. Contohnya saluran elektrik dan jalur pipa sambungan yang dipasang di langit-langit, dibawah tengah-tengah teras. Susunan seperti itu memberi kemungkinan mesin dipindahkan ke lokasi baru atau dipasang kembali ditempat semula.

d) Memelihara perputaran barang setengah jadi yang tinggi

Kesangkilan operasi terbesar operasi hanya dapat diperoleh jika bahan ‘berjalan’ melewati proses yang diperlukan dengan waktu yang sesingkat mungkin. Setiap menit yang dilewatkan dalam fasilitas akan menambah ongkos, memalui modal kerja yang tertanam, yang paling mendekati situasi ideal yang ada dalam industry yang bertipe proses, menurut sifatnya, adalah barang berjalan tanpa berhenti, dari awal sampai akhir proses. Jika penyimpanan barang setengah jadi diturunkan sampai sekecil mungkin, waktu peredaran total akan berkurang, jumlah persediaan barang setangah jadi akan berkurang persediaan akan menurun, akhirnya menurukan biaya produksi.

e) Menurunkan penanaman modal dalam peralatan

Susunan mesin yang tepat dan susunan departemen yang tepat dapat membantu menurunkan jumlah peralatan yang diperlukan. Misalnya dua komponen yang berbeda, keduanya memerlukan pemakaian gerinda, mungkin dapat dilewatkan

dalam mesin yang sama, sehingga dapat mengurangi biaya mesin kedua, kecermatan dalam memilih metode pemrosesan kadang-kadang dapat menghemat pembelian sebuah mesin. Jika diketahui sebuah komponen harus diperbesar lubangnya dan hanya akan menggunakan sebagian dari kapasitas mesin, perubahan menjadi pengeboran dan pengerekan dapat dijalankan dan pekerjaan dilakukan pada peralatan yang telah tersedia.

f) Menghemat pemakaian ruang bangunan

Setiap meter persegi luas lantai dalam sebuah pabrik memakan biaya. Misalnya saja seorang pengusahan telah menghitung biaya luas lantai sekitar Rp. 18.000 tiap meter persegi setiap bulan. Jumlah ini termasuk semua biaya tak langsung. Hanya jika tiap meter persegi ini digunakan dengan sebaik baiknya maka biaya tidak langsung untu k setiap satuan produk dapat ditekan. Bagian lantai yang dihuni peralatan, yang dengan cara sendiri dibayar dengan pengoperasian peralatan itu. Sementara itu tiap meter lantai produksi yang tidak terhuni, tersia sia atau luas lantai yang kosong menjadi beban.

Tata letak yang tepat dicirikan oleh jarak yang minimum anatar mesin, setelah keleluasaan yang diperlukan bagi gerakan orang dan barang ditentukan dengan perhitungan yang tepat tentang penjarakan mesin sehubungan dengan berbagai faktor, banak las lantai yang dapat dihemat. Untuk itu, banyak pengusaha yang menemukan bahwa hanya sekitar 50 persen dari luas lantainya yang dihuni oleh peralatan produksi.

g) Meningkatkan Kesangkilan pemakaian tenaga kerja

Sejumlah besar tenaga kerja produktif dapat terbuang karena keadaan tata letak yang buruk dilain pihak, tata letak yang tepat, dapat menaikkan pemakaina buruh secara sangkil. Berikut saran-saran untuk menaikkan oemakaian buruh:

- Kurangi pemindahan barang yang dilakukan secara manual, sampai sekecil mungkin.
- Minimumkan jalan kaki. 20 persen waktu yang dihamburkan dalam jalur perakitan diisi oleh perjalan orang dari dank e persediaan bahan dan

mengikuti gerakan ban pengangkut rakitan. Kehilangan waktu ini dikurangi dengan baik dengan mengurangi atau mendeatkan bahan ke pekerja pengangkut denga menggunakan rak yang dirancang khusus, gerobak, ban pengankut dan mengatur pengankut pada saat- saat ang telah ditentukan. Bukan digerakkan terus menerus.

- Seimbangkan siklus mesin , sedapat mungkin sehingga mesin dan pekerja tidak perlu menganggur. Operasi yang seimbang memerlukan pemindahan barang yang baik, pengendalian produksi yang baik, tekniik tata cara kerja yang baik dan penyeliaan yang baik.
- Berikan penyeliaan yang sangkil. Dalam teroi penyelia harus berdiri di tengah kelompoknya, sehingga dia dapat berhubungan langsung dengan pegawainya.

Meski pun perencanaan semacam ini hampir tidak mungkin, perlu ditekankan bahwa sebuah departemen yang telah ditata dengan tepat akan lebih mudah diselia dibanding dengan sebuah departemen yang tersebar disepanjang daerah yang sangat luas, yang terlalu padat atau sebaliknya malah mengurangi hubungan antara penyelia dengan kelompokny. Departemen yang ditata dengan baik mempermudah penyelia dalam menangani lebih banyak pegawai, mempertahankan kelancaran pekerjaan dan menghemat waktunya untuk dapat melakukan tugas-tugas yang lebih penting.

h) Memberikan kemudahan, keselamatan dan kenyamanan pada pegawai

Untuk memenuhi tujuan ini doperlukan perhatian atas hal-hal sperti penerangan, bahang, pergantian udara, keselamatan , pembuangan lembaban, debu dan kotoran. Peralatan yang menyebabkan kebisingan yang tinggi sebaiknya diisolasi sebanyak mungkin atau ditutp dalam suatu tempat yang mempunyai tembok dan langit-langit yang mempunyai peredam suara. Peralatan yang bergetar sebaiknya diberi bantalan atau dijunjung, untuk menjaga penyaluran getaran ini ke lantai atau barang-barang lain yang ada disekitarnya.

Keselamatan juga dapat dijamin dengan perencanaan tata letak yang tepat. Mesin-mesin dan peralatan lain harus diletakkan sedemikian sehingga dapat mencegah kecelakaan pada pegawai dan kerusakan barang serta peralatan lainnya. Keselamatan harus digabung kedalam rancangan tata letak dengan pengkajian yang cermat tentang susunan tempat kerja, tata cara pemindahan barang, teknik-teknik penyimpanan, pergantian udara, penerangan (pencahayaan) perlindungan dari kebakaran dan faktor lain yang terlibat dalam suatu operasi.

Pada kenyataannya nanti sering kali tujuan-tujuan tadi tidak sepenuhnya dapat dicapai. Kenyataanya beberapa diantanya berlawanan dengan tujuan-tujuan lainnya. Meski demikian semuanya menunjukkan tujuan penting yang harus digarisbawahi oleh seorang engingeer tata letak fasilitas. Jika tujuan-tujuan pada suatu keadaan tertentu nampaknya saling berlawanan, pemecahan hendaknya dapat dicapai sebagai hasil ynag paling sangkil untuk semua faktor yang dipertimbangkan.

2.3. Jenis-jenis Persoalan Tata Letak

Seringkali masalah yang dihadapi melibatkan penataletakkan ulang dari satu proses yang telah ada atau perubahan beberapa bagian dari susunan peralatan tertentu. Masalah tata letak jenisnya beragam:

Perubahan rancangan: Seringkali perubahan rancangan produk menuntut perubahan proses atau operasi yang diperlukan. Perubahan ini mungkin hanya memerlukan penggantian sebagian kecil tata letak yang telah ada, atau berbentuk perancangan ulang tata letak, bergantung pada perubahan-perubahan yang terjadi.

Perluasan departemen: Jika karena suatu alasan diperlukan menambah produksi suatu komponen produk tertentu, mungkin saja diperlukan perubahan tata letak. Hal ini mungkin hanya merupakan penambahan atau mungkin diperlukan perubahan seluruh tata letak jika pertambahan produksi menuntut perubahan proses.

Pengurangan departemen: Masalah ini manyerupai kebalikan masalah yang baru saja dikemukakan di atas. Jika jumlah produksi berkurangf secara drastis dan menetap, perlu dipertimbangkan pemakaian proses yang berbeda dari proses

sebelumnya yang digunakan untuk produksi tinggi. Perubahan seperti ini mungkin menuntut disingkirkannya peralatan yang telah ada sekarang dan merencanakan pemasangan jenis peralatan lain.

Perubahan metode produksi: Setiap perubahan kecil dalam satu tempat kerja seringkali mempunyai pengaruh terhadap tempat kerja yang berhampiran atau wilayah yang berhampiran. Hal ini akan menuntut peninjauan kembali atas wilayah yang terlibat.

Penurunan biaya: Hal ini tentunya merupakan akibat dari setiap keadaan di atas.

Perencanaan fasilitas baru: Persoalan ini merupakan persoalan tata letak yang terbesar. Di sini rekayawasan umumnya tidak dibatasi oleh kendala fasilitas yang ada. Dia bebas merencanakan tata letak yang paling sangkil yang dapat dipakai. Bangunan dapat dirancang untuk menampung tata letak setelah diselesaikan. Ini adalah tata letak yang ideal yang dapat dicapai. Fasilitas dapat ditata untuk kegiatan manufaktur tersangkil. Kemudian dinding dapat direncanakan sekeliling tata letak dengan bentuk tatanan fisik yang sesuai dengan yang ditetapkan.

2.4. Tanda-tanda tata letak yang baik

Tata letak yang sangkil terwujud dengan memiliki beberapa karakteristik yang jelas yang dapat dilihat bahkan dari satu pengamatan biasa. Di antara yang paling penting adalah:

- Keterkaitan kegiatan yang terencana
- Pola aliran barang terencana
- Aliran yang lurus
- Langkah balik (kembali ke tempat yang telah dilalui) yang minimum
- Jalur aliran tambahan
- Gang yang lurus
- Pemindahan antar operasi minimum
- Metode pemindahan yang terencana
- Pemrosesan digabung dengan pemindahan bahan
- Pemindahan bergerak dari penerimaan menuju pengiriman
- Operasi pertama dekat dengan penerimaan
- Operasi terakhir dekat dengan pengiriman

2.5. Fungsi Tata Letak

Fungsi tata letak bersifat pelayanan staf, biasanya digabung dengan kegiatan manufaktur atau produksi. Bagaimanapun, ada beberapa arus organisasi tempat pekerjaan tata letak dilaksanakan, bergantung pada ukuran nisbi dari perusahaan dan pentingnya pekerjaan tata letak bagi pelaksanaan usaha. Pada pabrik kecil, umumnya tidak ada Departemen tata letak pabrik yang khusus. Pekerjaan tata letak yang harus dikerjakan merupakan hasil kerjasama atau beberapa penyelia, pimpinan umum, kadang-kadang dengan direktur perusahaan, dan rekayawasan serta juru gambar.

Pada pabrik besar, tempat pekerjaan tata letak besar dilakukan, satu staf, mungkin terdiri atas dua belas orang atau lebih yang akan bekerja enuh untuk memecahkan masalah tata letak pabrik. Tiap orang menguasai bidang pekerjaan tata letak tertentu. Pekerjaan akan dipecah, bagian-bagian mandiri akan dilaksanakan oleh ahli yang terlatih dan akhirnya tata letak yang terkoordinasi akan terbentuk dari gabungan pekerjaan amsing-masing. Adakalanya satu fasilitas besar membutuhkan sedikit pengulangan pengerjaan tata letak, karena sifat prosesnya. Pemasangan jenis ini misalnya pada bidang industri pemrosesan baja, karet, petroleum, kaca, dan seterusnya. Pabrik tidak akan diubah untuk satu periodew yang nisbi panjang, sekali telah ditentukan tata letaknya.

2.6. Tujuan Manajemen dan Organisasi

Manajemen adalah ilmu dan seni merencanakan, mengorganisir, mengkoordinasikan serta mengawasi tenaga manusia dengan bantuan alat-alat untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Dari definisi manajemen tersebut didapat kesimpulan bahwa manajemen mempunyai lima fungsi, yaitu perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, pengkoordinasian dan pengawasan.

Kelima macam fungsi manajemen tersebut sangat penting dalam menjalankan semua kegiatan. Semua ini dimaksudkan agar kegiatan apapun yang dilakukan dapat berjalan dengan baik, sehingga tujuan yang ditetapkan dapat tercapai.

Perusahaan adalah lembaga yang diorganisir dan dijalankan untuk menyediakan barang dan jasa bagi masyarakat dengan motif untuk mendapatkan profit. Sebagai lembaga, perusahaan merupakan suatu wadah yang terorganisir didirikan dan diterima dalam tata kehidupan masyarakat. Karena itu perusahaan merupakan lembaga sosial yang tidak ubahnya seperti lembaga lainnya dalam upaya mencapai tujuan.

Organisasi sangat penting untuk semua bidang, karena dari organisasi dapat diketahui apa yang dilakukan oleh masing-masing bagian baik sendiri atau bersama bagian lain untuk mencapai tujuan. Dalam menangani masalah rumah tangga perusahaan, organisasi merupakan wadah dan sarana untuk merealisasi segala aktivitas yang terkait. Untuk melaksanakan aktivitas dala organisasi tersebut diperlukan area yang relevan dan memadai, baik area untuk aktivitas secara langsung (dalam arti area untuk perkantoran) maupun untuk mendukung aktivitas (dalam arti area untuk fasilitas pelayanan).

2.6.1. Organisasi dan Manajemen

Organisasi dan manajemen merupakan hal yang satu sama lain saling berkaitan, organisasi akan tumpul jika tidak mengenakan manajemen yang baik, sebaliknya manajemen akan terasa tabu jika tidak diaplikasikan pada organisasi. Interpretasi akan arti organisasi banyak macamnya, mulai dari orang awam misalnya secara tidak sadar sudah terlibat dalam organisasi tetapi keberadaannya informal. Secara singkat organisasi dapat diartikan sebagai wahana ataupun alat penumpahan ide, keinginan maupun yang lainnya kedalam suatu lembaga (ikatan) berdasarkan persamaan tujuan (target) yang akan dicapai.

Untuk definisi manajemen, banyak ahli telah mengemukakan pendapatnya mengenai definisi atau pengertian manajemen. Beberapa diantaranya dikutip dibawah ini. Terry merumuskan manajemen sebagai suatu proses tertentu, yaitu terdiri dari kegiatan-kegiatan perencanaan (*planning*), mengorganisasikan (*organizing*), melaksanakan (*actuating*), dan pengendalian (*controlling*) manusia

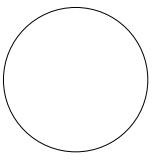
dan sumber daya lainnya yang kesemuanya itu dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan-tujuan organisasi.

2.7. *Operation Process Chart* (OPC)

Peta-peta kerja merupakan salah satu alat yang sistematis dan jelas untuk berkomunikasi secara luas dan sekaligus melalui peta-peta kerja ini kita bisa mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metode kerja. *Operation Process Chart (OPC*) adalah suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan (bahan-bahan)baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan. Sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen, dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis yang lebih lanjut, seperti waktu yang dihabiskan, material yang digunakan, dan tempat atau alat mesin yang dipakai.

Manfaat pembuatan *operation process chart* antara lain:

a. Untuk menentukan kebutuhan operator.
b. Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku (dengan memperhitungkan efisiensi ditiap operasi atau operasi).
c. Alat untuk melakukan perbaikan cara kerja.
d. Alat untuk menentukan tata letak pabrik.
e. Alat untuk latihan kerja.
f. Lambang-lambang yang digunakan untuk pembuatan OPC antara lain:
    - Proses operasi adalah kegiatan diaman komponen mengalami perubahan karena dirakit dengan komponen lain.



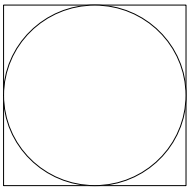
Gambar 2.1. Lambang Operasi

- Pemeriksaan adalah kegiatan memeriksa benda atau bahan baku dari segi kualitas maupun kuantitas.



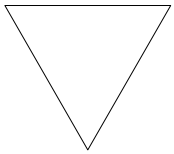
Gambar 2.2. Lambang Pemeriksaan

- Aktivitas gabungan adalah kegiatan dimana antara perakitan dan pemerikasaan dilakukan secara bersamaan atau dalam selang waktu yang relatif singkat.



Gambar 2.3. Lambang aktivitas gabungan

- Penyimpanan adalah seandainya benda kerja disimpan dalam waktu yang lama dan jika akan mengambil kembali biasanya harus berdasarkan rekomendasi atau izin terlebih dahulu.



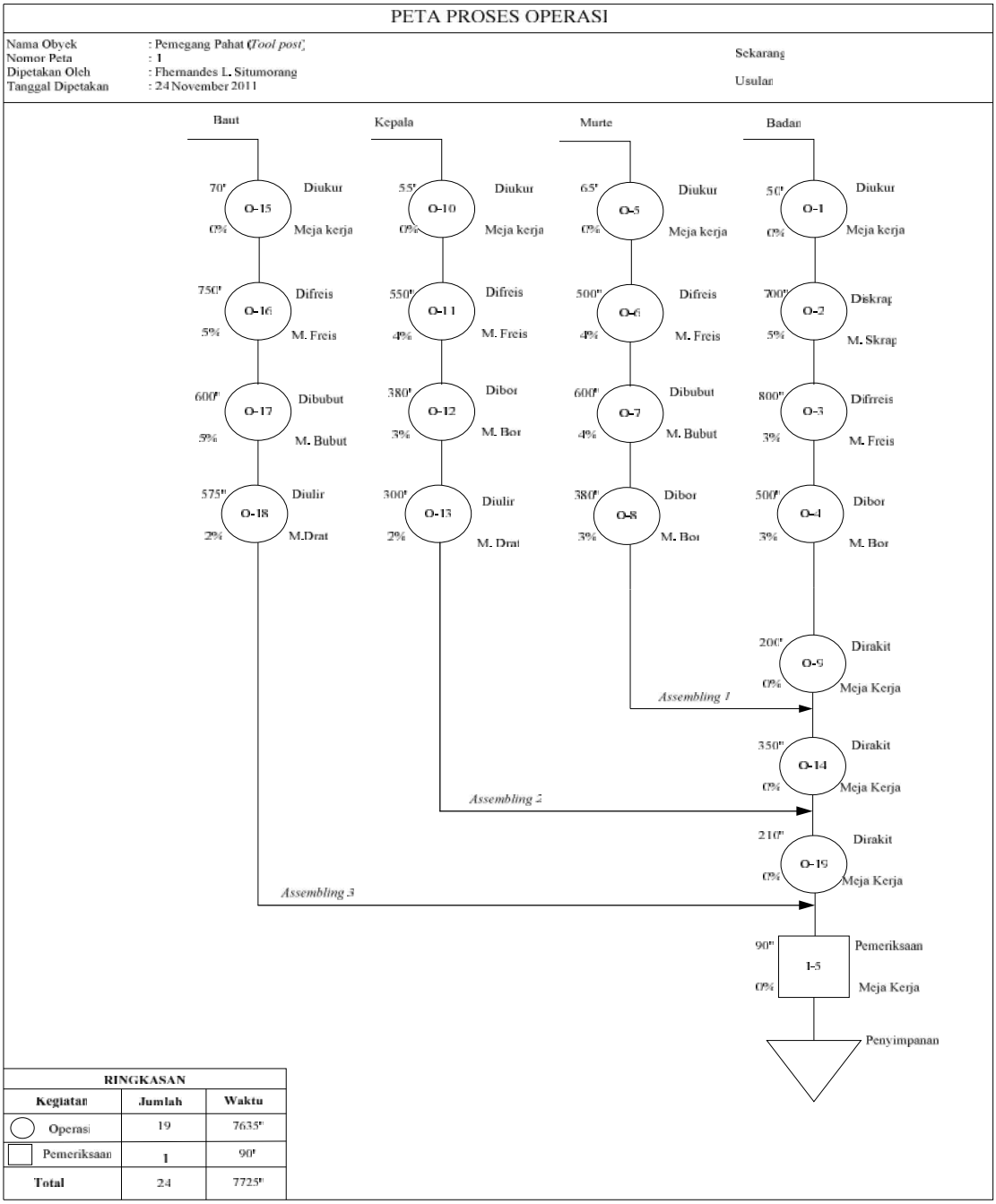
Gambar 2.4. Lambang penyimpanan

Adapun kegunaan dari informasi-informasi yang bisa dicatat melalui OPC adalah:

a. Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penggunaannya.
b. Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku.
c. Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.
d. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.
e. Sebagai alat untuk latihan kerja.

Agar diperoleh gambar *Operation Process Chart* yang baik, produk yang biasanya paling banyak memerlukan operasi, harus dipetakan terlebih dahulu, berarti dipetakan dengan garis vertikal disebelah kanan halaman kertas.

Secara sketsa, prinsip-prinsip pembuatan *Operation Process Chart* ini bisa digunakan sebagai berikut:



Gambar 2.5. Sketsa *Operation Process Chart* (OPC)

Keterangan:

Diukur = Proses operasi pada produk.

Meja Kerja= Nomor Menunjukan mesin atau tempat dimana kegiatan dilaksanakan.

50” = Waktu yang dibutuhkan untuk suatu operasi atau pemeriksaan.

O-1 = Nomor urut untuk kegiatan operasi tersebut.

2.8. *Routing Sheet*

Routing sheet berguna untuk menghitung jumlah mesin yang dibutuhkan, dan juga untuk menghitung jumlah part yang harus disiapkan dalam usaha memperoleh sejumlah produk yang diinginkan.

Data yang diperlukan dalam pembuatan *routing sheet* ini adalah:

- *Operation Process Chart* (OPC)
- Kapasitas mesin (waktu standar dalam operasi)
- Persentase *scrap*
- Efisiensi mesin
- Kapasitas Produksi Terpasang

(1) Material yang diminta (DM)

DM pada proses akhir = KPT = jumlah demand selama 1 tahun (unit/jam).

DM proses sebelumnya = jumlah material yang disiapkan (DS) pada proses sesudahnya × kuantitas komponen ybs.(pengalian kuantitas hanya dilakukan satu kali diawal perhitungan!)

(2) Material yang disiapkan (DS):

Material yang disiapkan (DS) adalah jumlah material yang diminta (DM) pada proses selanjutnya

Material yang disiapkan (DS) = KPT atau material yang diminta / (1 - % *scrap*)

atau

DS = DM / (1 - % scrap)

(3) Kapasitas Mesin atau Produksi/jam (unit/jam)

Kapasitas mesin adalah kemampuan mesin dalam menghasilkan komponen/produk per jamnya.

Kapasitas mesin = 60 menit / waktu proses dalam menit (lihat OPC)
= unit / jam

(4) Jumlah Mesin Teoritis

Jumlah mesin yang didapatkan dari hasil perhitungan tanpa pembulatan.

Mesin Teoritis = material yang disiapkan (DS) /kapasitas mesin / efisiensi mesin

(5) Jumlah Mesin Aktual

Jumlah mesin sebenarnya yang dibutuhkan setelah dilakukan pembulatan ke atas dari jumlah mesin teoritis.

2.9. *Multi Process Product Chart*

Multi Process Product Chart (MPPC) adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan proses untuk masing-masing komponen yang akan diproduksi. Informasi yang dapat diperoleh dari MPPC ini adalah jumlah mesin aktual yang dibutuhkan. Dalam pembuatan MPPC data yang ada ada OPC dirangkai sesuai dengan jumlah komponen yang ada baik komponen utama maupun komponen tambahan. Untuk pembuatan secara sendiri-sendiri sebelum digabungkan komponen-komponen ini dimasukan ke dalam kelompok pabrikasi sedangkan bagi komponen yang telah siap untuk digabungkan dimasukan ke dalam *assembling* dengan dilakukan secara terpisah didalam kolom *assembling.*

2.10. Luas Lantai Produksi

Luas lantai produksi digunakan untuk mengetahui luas lahan yang akan digunakan dalam perencanaan tata letak fasilitas dan perusahaan yang akan didirikan. Perhitungan luas lantai produksi dimulai dari luas kebutuhan lahan sampai perkantoran dengan memperhatikan semua fasilitas pendukungnya.

Dalam menghitung kebutuhan luas lantai, dilibatkan pula masalah-masalah yang berkaitan dengan kegatan lainnya yang akan memperngaruhi terhadap luas lahan atau luas lantai tersebut yaitu:

- Alat angkut.
- Cara pengangkutan.
- Cara penyimpanan bahan baku (ditumpuk atau di rak).
- Aliran bahan.

2.10.1. Luas Lantai Gudang Bahan Baku (*Receiving*)

Luas lantai gudang bahan baku (*receiving*) adalah luas lantai yang digunakan untuk menyimpan bahan baku atau material yang akan digunakan dalam produksi. Luas lantai gudang bahan baku (*receiving*) ini terdiri dari model tumpukan dan model rak.

2.10.2. Luas Lantai Mesin

Luas lantai mesin (pabrikasi dan *assembling*) juga perlu diperhitungkan dalam perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan. Data yang diperlukan dalam perhitungan luas lantai mesin diperoleh dari *Multi Product Process Chart* (MPPC) antara lain:

- Nama mesin atau peralatan.
- Jumlah peralatan.
- Ukuran peralatan.

Pada luas lantai mesin juga perlu diperhatikan luas toleransi dan *allowance*. Luas toleransi diberikan untuk jalannya aliran produksi sehingga tidak mengalami kesulitan sewaktu proses produksi berjalan, luas *allowance* diberikan untuk jalannya alat-alat pengangkut bahan dan barang.

2.10.3. Luas Lantai Gudang Bahan Jadi (*Shipping*)

Data yang diperlukan dalam perhitungan luas lantai gudang barang jadi (*shipping*) antara lain adalah: nomor komponen, nama komponen dan tipe barang jadi. Langkah-langkah perhitungan luas lantai barang jadi adalah sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran kemasan yaitu ukuran atau dimensi dari kemasan untuk tempat produk jadi perusahaan.
2. Tentukan produk jadi per satuan periode, yaitu produk yang dihasilkan untuk periode tertentu, berdasarkan produk per jam dari perusahaan.
3. Tentukan volume kemasan total, yaitu volume kebutuhan untuk produk jadi per periode tertentu.
4. Tentukan luas lantai yaitu lahan yang dibutuhkan berdasarkan volume kemasan.
5. Tentukan *allowance*.
6. Tentukan total luas lantai.

2.11. Macam Tipe Tata Letak Fasilitas Produksi dan Pola Aliran Pemindahan Barang

Pemilihan dan penempatan alternatif *layout* merupakan langkah yang kritis dalam proses perencanaan fasilitas produksi, karena disini *layout* yang dipilih akan menentukan hubungan fisik dari aktivitas-aktivitas produksi yang berlangsung. Berikut ini beberapa jenis tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksinya, yaitu sebagai berikut:

1. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Produksi (*Product Layout* atau *Production Line Product*)

Product layout dapat didefenisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen tertentu atau khusus. Suatu produk dapat dibuat/diproduksi sampai selesai di

dalam departemen tersebut. Bahan baku dipindahkan dari stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya di dalam departemen tersebut, dan tidak perlu dipindah-pindahkan ke departemen yang lain.

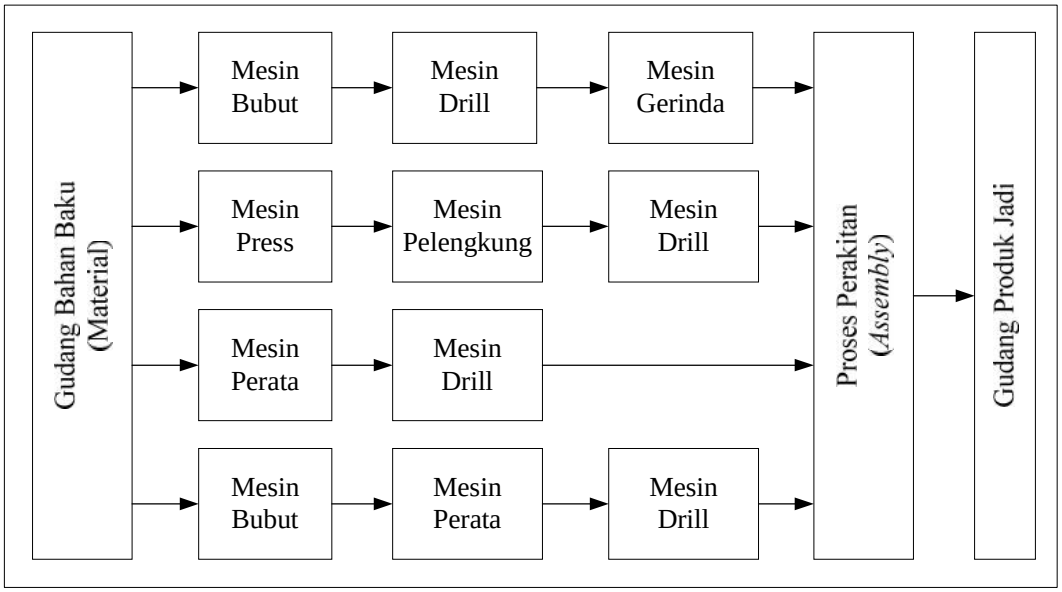
Dalam *product layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus-menerus dalam suatu garis perakitan. *Product layout* akan digunakan bila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu. Tujuan dari tata letak ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan di dalam aktivitas produksi, sehingga pada akhirnya terjadi penghematan biaya.

Keuntungan tipe *product layout* adalah:

1. *Layout* sesuai dengan urutan operasi, sehingga proses berbentuk garis.
2. Pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sebagai akibat *inventory* barang setengah jadi menjadi kecil.
3. Total waktu produksi per unit menjadi pendek.
4. Mesin dapat ditempatkan dengan jarak yang minimal, konsekuensi dari operasi ini adalah *material handling* dapat dikurangi.
5. Memerlukan operator dengan keterampilan yang rendah, *training* operator tidak lama dan tidak membutuhkan banyak biaya.
6. Lokasi yang tidak begitu luas dapat digunakan untuk transit dan penyimpanan barang sementara.
7. Memerlukan aktivitas yang sedikit selama proses produksi berlangsung.

Sedangkan kerugian dari *product layout* adalah:

1. Kerusakan dari satu mesin akan mengakibatkan terhentinya proses produksi.
2. *Layout* ditentukan oleh produk yang diproses, perubahan desain produk memerlukan penyusunan *layout* ulang.
3. Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang beroperasi paling lambat.
4. Membutuhkan supervisi secara umum tidak terspesifikasi.
5. Membutuhkan investasi yang besar karena mesin yang sejenis akan dipasang lagi kalau proses yang sejenis diperlukan.



Gambar 2.6. Contoh Aliran Produksi *Product Layout*

Layout yang Berposisi Tetap (*Fixed Position Layout*)

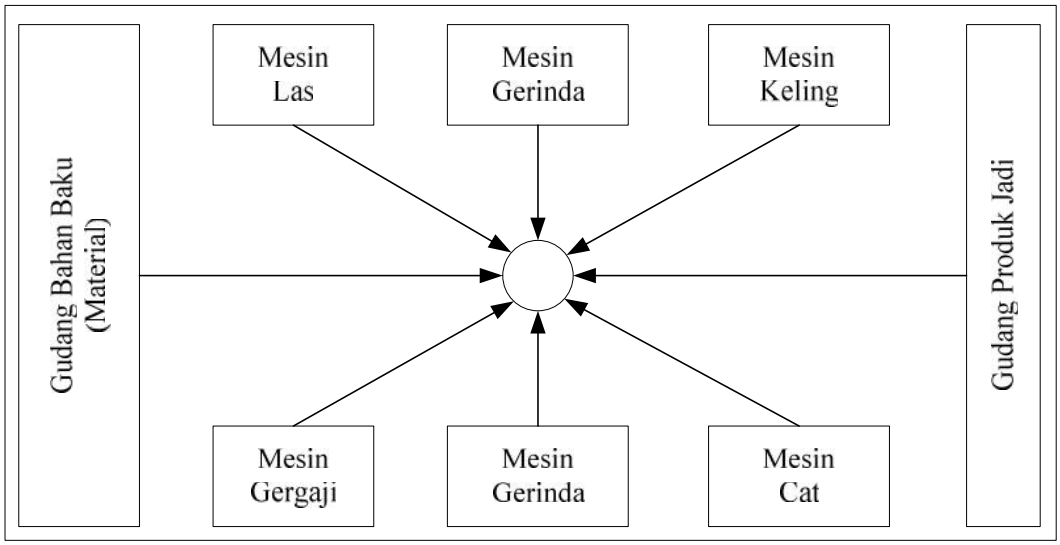
Sistem berdasarkan *product layout* maupun *process layout*, produk bergerak menuju mesin sesuai dengan urutan proses yang dijalankan. *Layout* yang berposisi tetap ditunjukkan bahwa mesin, manusia serta komponen-komponen bergerak menuju lokasi *material* untuk menghasilkan produk. *Layout* ini biasanya digunakan untuk memproses barang yang relatif besar dan berat sedangkan peralatan yang digunakan mudah untuk dilakukan pemindahan. Contoh dari industri ini adalah industri pesawat terbang, penggalangan kapal, pekerjaan konstruksi bangunan.

Keuntungan tata letak tipe ini adalah:

1. Karena yang berpindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi.
2. Bila pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinyuitas produksi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai dengan sebaik-baiknya.

Sedangkan kerugian dari tipe tata letak ini adalah:

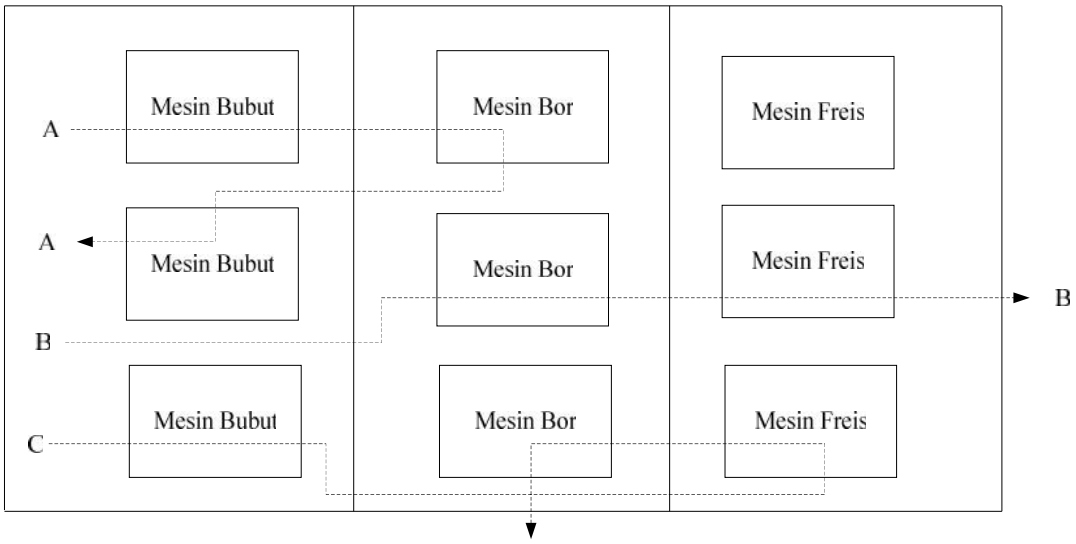
1. Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi berlangsung.
2. Adanya duplikasi peralatan kerja yang akhirnya menyebabkan perubahan *space* area dan tempat untuk barang setengah jadi.
3. Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.



Gambar 2.7. Contoh Aliran Produksi *Fixed Position Layout*

2. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Proses (*Process Layout*)

Dalam tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses, pekerjaan dalam proses produksi mengalir melewati departemen-departemen atau pusat-pusat kerja dan departemen tersebut disusun hanya untuk satu jenis pekerjaan atau peralatan tertentu. Misalnya, dalam pabrik yang melakukan pekerjaan mesin, mesin bor akan ditempatkan pada satu departemen, mesin bubut pada departemen lain lagi, mesin freis pada departemen lain dan seterusnya. Berikut adalah contoh gambar tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses (*process layout*).



Gambar 2.8. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Proses

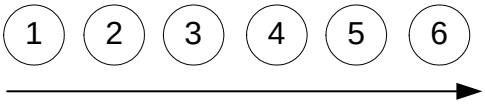
3. Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi (Pabrikasi)

Pola aliran yang dipakai untuk pengaturan aliran bahan dalam proses produksi yang terdiri dari:

1. *Straight line*

Pola aliran berdasarkan garis lurus atau *Straight line* umum dipakai bilamana proses produksi berlangsung singkat, relatif sederhana dan umum terdiri dari beberapa komponen-komponen atau beberapa macam *production equipment*. Pola aliran bahan berdasarkan garis lurus ini akan memberikan:

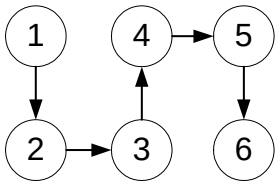
- Jarak yang terpendek antara dua titik.
- Proses atau aktivitas produksi berlangsung sepanjang garis lurus.
- Jarak perpindahan bahan (*handling distance*) secara total akan kecil karena jarak antara masing-masing mesin adalah yang sependek-pendeknya.



Gambar 2.9. Contoh Aliran *Straight Line*

2. *Serpentine* atau zig-zag (S-*Shaped*)

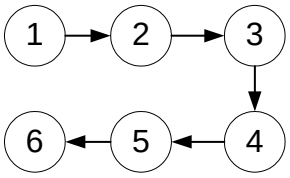
Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik diterapkan bilamana aliran proses produksi lebih panjang dibandingkan dengan luas area yang tersedia. Untuk itu aliran bahan akan dibelokan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada dan secara ekonomis hal ini dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, dan ukuran dari bangunan pabrik yang ada.



Gambar 2.10. Contoh Aliran *Serpentine* Atau Zig-Zag (S-*Shaped*)

3. U-*Shaped*

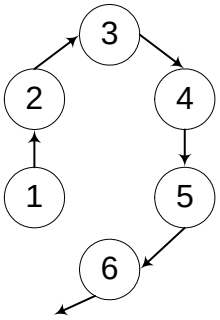
Pola aliran menurut U-*Shaped* ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga sangat mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya *material* dari dan menuju pabrik. Aplikasi garis aliran bahan relatif panjang, maka aliran U-*Shaped* ini akan tidak efisien.



Gambar 2.11. Contoh Aliran U-*Shaped*

4. *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran (*circular*) sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan *material* atau produk pada titik awal aliran produksi berlangsung. Aliran ini juga baik dipakai apabila departemen penerimaan *material* atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.

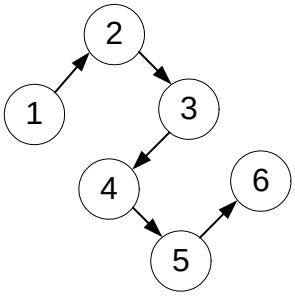


Gambar 2.12. Contoh Aliran *Circular*

5. *Odd angle*

Pola aliran berdasarkan *Odd angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan dengan pola-pola aliran yang lain. Pada dasarnya pola ini sangat umum dan baik digunakan untuk kondisi-kondisi seperti:

- Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang produk diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- Bilamana keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak dapat diterapkan.
- Bilamana dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas-fasilitas produksi yang ada.



Gambar 2.13. Contoh Aliran *Odd Angle*

2.12. Ongkos *Material Handling*

Material Handling adalah salah satu jenis transportasi (pengangkutan) yang dilakukan dalam perusahaan industri, yang artinya memindahkan bahan baku, barang setengah jadi atau barang jadi dari tempat asal ketempat tujuan yang telah

ditetapkan. Pemindahan *material* dalam hal ini adalah bagaimana cara yang terbaik untuk memindahkan *material* dari satu tempat proses produksi ketempat proses produksi yang lain.

Ongkos *Material Handling* (OMH) adalah suatu ongkos yang timbul akibat adanya aktivitas *material* dari satu mesin ke mesin lain atau dari satu departemen kedepartemen lain yang besarnya ditentukan sampai pada suatu tertentu. Satuan yang digunakan adalah Rupiah/meter gerakan. Tujuan dibuatnya perencanaan *Material Handling* adalah:

- Meningkatkan kapasitas
- Memperbaiki kondisi kerja
- Memperbaiki pelayanan pada konsumen
- Meningkatkan kelengkapan dan kegunaan ruangan
- Mengurangi ongkos

Tujuan utama dari perencanaan *material handling* adalah untuk mengurangi biaya produksi. Selain itu, *material handling* sangat berpengaruh terhadap operasi dan perancangan fasilitas yang diimplementasikan. Beberapa tujuan dari sistem *material handling* (*Meyers, F.E.*) a.l.:

1. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan dan memberikan perlindungan terhadap *material*.
2. Meningkatkan keamanan dan mengembangkan kondisi kerja.
3. Meningkatkan produktivitas.
4. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas.
5. Mengurangi bobot mati.
6. Sebagai pengawasan persediaan.

2.13. Hubungan Antara Penanganan *Material* dan Tata Letak Pabrik

Dalam sistem manufaktur, dua aktivitas yang sering berpengaruh satu sama lain adalah penanganan *material* dan tata letak pabrik. Hubungan dua aktivitas tersebut menyangkut data yang diperlukan untuk rancangan tiap aktivitas, tujuan umum, pengaruh ruangan dan pola aliran. Secara khusus masalah tata letak pabrik membutuhkan informasi mengenai biaya operasi peralatan agar penempatan

departemen dapat menimbulkan total biaya penanganan *material* yang minimum. Oleh karenanya dalam perancangan sistem penanganan *material*, harus diketahui panjang perpindahan *material*, waktu perpindahan, sumber dan tujuan perpindahan.

Tata letak pabrik dan penanganan *material* mempunyai tujuan umum yaitu meminimumkan biaya. Biaya penanganan *material* dapat diminimumkan dengan menyusun lebih dekat departemen-departemen yang berhubungan, agar perpindahan *material* terjadi dengan jarak yang pendek.

Minimasi biaya merupakan salah satu tujuan utama dari sistem penanganan *material*. Ada beberapa cara untuk mencapai tujuan tersebut, antara lain:

1. Mengurangi waktu menganggur peralatan.
2. Pemakaian maksimum peralatan untuk mendapatkan satuan muatan yang tinggi.
3. Meminimumkan perpindahan *material*.
4. Mengatur departemen-departemen sedekat mungkin agar jarak perpindahan *material* lebih pendek.
5. Mencegah perbaikan yang besar dengan melakukan perencanaan aktivitas perawatan yang lebih baik.
6. Harus menggunakan peralatan yang tepat untuk mengurangi kerusakan *material*.
7. Menghindari pekerjaan yang tidak aman bagi tenaga kerja seperti mengangkat beban yang terlalu berat.
8. Mengurangi keanekaragaman jenis peralatan untuk mengurangi kebutuhan investasi.
9. Mengganti peralatan yang sudah usang dengan peralatan yang baru agar lebih efisien.

Tiga tahapan dalam melakukan *Material Handling*, yaitu:

1. *Progresif*/sistem *orientik* yang terdiri dari semua sumber/*supply*.
    - Perpindahan barang dari semua sumber
    - Perpindahan semua barang dalam pabrik atau manufaktur secara diam
2. *Contemporary*, yaitu perpindahan barang *material* dari suatu tempat ke tempat lainnya.
3. *Convensional*, yaitu perpindahan barang dari suatu tempat ketempat lainnya secara individual.

Beberapa aktivitas pemindahan bahan yang perlu diperhitungkan adalah sebagai berikut:

- *Pemindahan* bahan dari gudang bahan baku (*Receiving*) menuju departemen Pabrikasi maupun departemen *Assembling*.
- Pemindahan bahan yang terjadi akibat bahan baku diproses pada satu jenis mesin menuju jenis mesin pada departemen yang lainnya.
- Pemindahan bahan dari departemen *Assembling* menuju gudang barang jadi (*Shipping*).

Setelah diketahui aktivitas-aktivitas pemindahan yang terjadi, maka selanjutnya dapat dihitung ongkos *material handling* yang terjadi pada aktivitas-aktivitas tersebut. faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan ongkos *material handling* sebagai berikut:

1. Alat Angkut yang digunakan

Untuk menentukan alat angkut yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- Berat *material* yang disesuaikan dengan daya angkut maksimal alat angkut.
- Bentuk dan jenis *material* serta ukuran luasnya disesuaikan dengan daya tumpang alat angkut.
- Sifat *material* dimana harus diperhatikan kemungkinan menggunakan alat angkut khusus.

Beberapa alat angkut yang umum digunakan:

- Alat angkut dengan menggunakan Tenaga Manusia (0 – 25 Kg).
- Alat angkut dengan menggunakan *Walky Fallet* (21 – 50 Kg).
- Alat angkut dengan menggunakan *Lift Truck* (diatas 50 Kg).

2. Jarak Pengangkutan

Kegiatan awal perhitungan OMH merupakan perhitungan tahap pertama, karena akan dilakukan lagi perhitungan OMH yang merupakan revisi dari perhitungan tahap pertama. Pada perhitungan tahap pertama jarak antar kelompok mesin dan departemen yang mengalami aktivitas pengangkutan diasumsikan berdampingan. Selain itu untuk mengoptimalkan jarak antar aktivitas tersebut, maka kelompok mesin atau departemen untuk sementara diasumsikan berbentuk bujur sangkar.

Kelompok Mesin A	Kelompok Mesin B	Kelompok Mesin C

AB = 1/2 luas mesin A + 1/2 Luas mesin B

BC = 1/2 Luas Mesin B + 1/2 Luas Mesin C

AC = AB + BC = jarak antar kelompok A dengan kelompok C

3. Cara Pengangkutan

Berdasarkan hasil perhitungan terdahulu (OPC, *Routing Sheet* dan MPPC), maka dapat ditentukan cara pengangkutan yang akan dilakukan. Pada dasarnya setelah ditentukan alat angkut serta jarak untuk setiap pengangkutan, maka ongkos *material handling* dapat segera diketahui, berdasarkan hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan cara pengangkutan adalah sebagai berikut:

- Telusuri OPC sejak proses yang paling awal, kemudian dapat ditentukan urutan proses pengangkutan dari … dan ke …
- Isi kolom dari, maka sebelum mengisi yang berikutnya terlebih dahulu diisi kolom ke yang merupakan kelopok tujuan, sesuai dengan aliran yang terjadi.

- Dalam mengisi kolom ke yang merupakan daerah tujuan pengangkutan, sebelum mencantumkan aktivitas lainnya, maka aktivitas pertama sudah selesai mencantumkan semua *material* yang akan diterima dari sumber yang diuraikan.
- Pada kolom produksi per jam bisa diisi dari data yang didapat dari perusahaan atau melakukan penelitian secara langsung.
- Untuk berat bentuk disesuaikan dengan komponen yang dibawa dari departemen asal ke departemen tujuan.
- Alat angkut yang digunakan disesuaikan dengan komponen yang dibawanya.
- Untuk perhitungan OMH (Rp/m) ddapat dilihat pada halaman 56.
- Untuk kolom jarak dapat diisi dengan menggunakan data jarak yang sesungguhnya atau dapat diasumsikan antar departemen berdekatan.
- Total OMH = Ongkos alat angkut/meter gerakan x Jarak tempuh pengangkutan.

2.14. *From To Chart, Inflow-Outflow* dan TSP (Tabel Skala Prioritas)

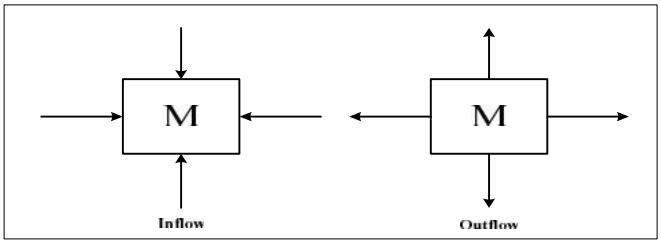
2.14.1. *From To Chart*

From To Chart (FTC) merupakan penggambaran tentang beberapa total OMH dari suatu bagian aktivitas dalam pabrik menuju pabrik lainnya. Sehingga dari peta ini dapat dilihat ongkos *material handling* secara keseluruhan, mulai dari gudang bahan baku (*Receiving*) menuju Pabrikasi, *Assembling* dan terakhir gudang barang jadi (*Shipping*)

2.14.2. *Inflow-Outflow*

Inflow digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang masuk dari suatu departemen ke departemen lainnya. *Outflow* digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang keluar dari suatu departemen ke departemen lainnya.

Referensi perhitungan *inflow-outflow* dari OMH dan FTC, yaitu ongkos yang dibutuhkan untuk *material handling* dari satu mesin ke mesin lainnya dan sebaliknya.



Gambar 2.14. *Inflow – Outflow*

Inflow = Ongkos di mesin M: Ongkos yang Keluar ke mesin M

Outflow = Ongkos di mesin M: Ongkos yang keluar dari mesin M

Out flow A ke B

$$= \frac{nilaiongkos_AkeB}{total_ongkoskeluar_dari_departemen_B}$$

In Flow A ke B

$$= \frac{nilaiongkos_AkeB}{total_ongkosmasuk_ke_departemenB}$$

2.14.3. Tabel Skala Prioritas

Tabel Skala Prioritas (TSP) adalah suatu tabel yang menggambarkan urutan prioritas antar departemen/mesin dalam suatu lintas/*layout* produksi. Referensi TSP didapat dari perhitungan *inflow-outflow*, dimana prioritas diurutkan berdasarkan harga koefesien ongkosnya.

Tujuan pembuatan TSP adalah:

- Untuk meminimkan ongkos.
- Untuk mengoptimalkan *Lay Out.*
- Untuk memperkecil jarak *handling.*

2.15. Ukuran Jarak

Terdapat beberapa *system* pengukuran jarak yang dipergunakan. beberapa jenis system pengukuran jarak antar departemen ini digunakan sesuai dengan kebtuhan dan karekteristik perusahaan yang menggunakanya. Beberapa system pengukuran jarak yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

a. Jarak *Euclidean*

Jarak *euclidean* merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas lainnya. Sistem pengukuran dengan jarak *euclidean* sering digunakan karena lebih mudah dimengerti dan mudah digunakan. Contoh aplikasi dari jarak *euclidean* misalnya pada beberapa model *conveyor*, dan juga jaringan transportasi dan distribusi.

Untuk menentukan jarak *euclidean* fasilitas satu dengan fasilitas lainnya menggunakan formula sebagai berikut.

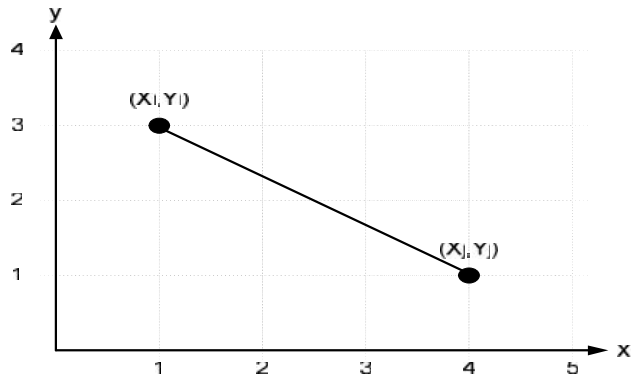
$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2}$$

Di mana: X_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

Y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

Perhitungan jarak *euclidean* antara i dan j seperti pada gambar 2.10 adalah sebagai berikut: $d_{ij} = [(4 - 1)^2 + (3 - 1)^2]^{1/2} = 3{,}6$



Gambar 2.15. Jarak *euclidean*

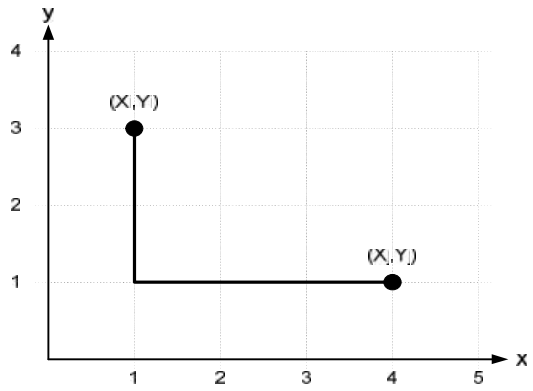
b. Jarak *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* sering juga disebut dengan Jarak Manhattan, merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Disebut dengan Jarak Manhattan, mengingatkan jalan-jalan di kota Manhattan yang membentuk garis-garis paralel dan saling tegak lurus antara satu jalan dengan jalan lainnya. Pengukuran dengan jarak *rectilinear* sering digunakan karena mudah perhitungannya, mudah dimengerti dan untuk beberapa masalah lebih sesuai, misalkan untuk menentukan jarak antar kota, jarak antar fasilitas di mana peralatan pemindahan bahan hanya dapat bergerak secara lurus. Dalam pengkuran jarak *rectilinear* digunakan notasi sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i + y_j|$$

misalkan pada gambar 2.6, jarak antara i dan j adalah sebagai berikut.

$d_{ij} = |4 - 1| + |3 - 1| = 5$



Gambar 2.16. Jarak *rectilinear*

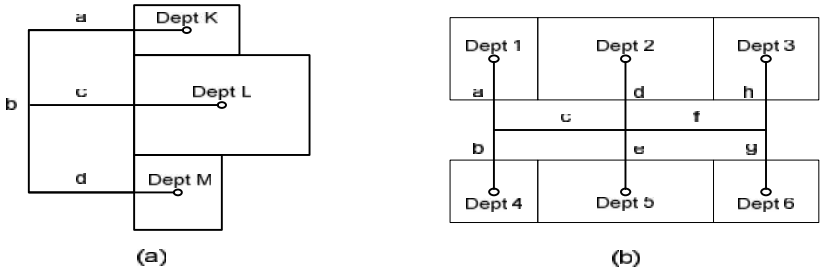
c. *Square Euclidean*

Sebagaimana namanya, *square euclidean* merupakan ukuran jarak dengan mengkuadratkan bobot terbesar suatu jarak antara dua fasilitas yang berdekatan. Relatif untuk beberapa persoalan terutama menyangkut persoalan lokasi fasilitas diselesaikan dengan penerapan *square euclidean*. Formula yang digunakan dalam *square euclidean*:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]$$

d. *Aisle*

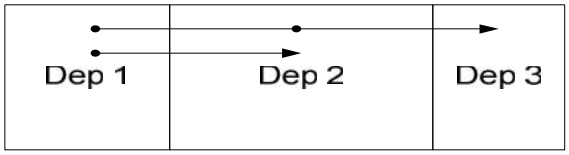
Ukuran jarak *aisle* sangat berbeda dengan ukuran jarak seperti dikemukakan di muka. *Aisle distance* akan mengukur jarak sepanjang lintasan yang dilalui alat pengangkut pemindah bahan. Dari gambar 2.12 (a) ukuran jarak *aisle* antara departemen K dan M merupakan jumlah dari a, b dan d. Sedang gambar 2.12 (b) jarak *aisle* departemen 1 dengan departemen 3 merupakan jumlah dari a, c, f dan h. *Aisle distance* pertama kali diaplikasikan pada masalah tata letak dari proses manufaktur.



Gambar 2.17. Jarak untuk *aisle*

e. Jarak Berdasarkan Luas Departemen

Untuk menemukan jarak berdasarkan luas lantai, diperlukan data lintasan yang dilalui oleh setiap komponen dari suatu depertemen ke depertemen tujuanya. Sehingga jarak antar departemen dapat dihitung berdasarkan luas lantai departemen asal, departemen yang dilalui dan departemen tujuan.



Gambar 2.18. Jarak berdasarkan luas departemen

Jarak departemen1 ke departemen3 yaitu:

½√luas lantai dep1+√luas lantai dep2+½√luas lantai dep3

Sedangkan jika jarak antara depertemen yang berdampingan, misalnya jarak dep1 ke dep2 yaitu:

½√luas lantai dep1+½√luas lantai dep3

2.16. *Activity Relationship Diagram* (ARD)

ARD adalah diagram hubungan antar aktivitas (departemen/mesin) berdasarkan tingkat prioritas kedekatan, sehingga diharapkan ongkos handling minimum. Dasar untuk ARD yaitu TSP. Jadi yang menempati prioritas pertama pada TSP harus didekatkan letaknya lalu diikuti prioritas berikutnya.

2.17. *Activity Relationship Chart* (ARC)

Activity Relationship Chart adalah peta yag menggambarkan tingkat hubungan antara bagian-bagian atau kegiatan yang etrdapat dalam suatu perusahaan industri. Aktivitas kerja yang ada dalam industri sangat penting dan perlu mendapatkan perhatian guna menunjang jalannya suatu kegiatan pabrikasi suatu industri.

- Hubungan antar aktivitas ditunjukan dengan tingkat kepentingan hubungan antar aktivitas". Hubungan ini digambarkan dengan lambang warna dan huruf. Lihat tabel di bawah ini:

Tabel 2.2. Tabel Tingkat Kepentingan

No	Tingkat Kepentingan	Kode	Warna
1	Mutlak penting	A	Merah
2	Penting tertentu	E	Kuning
3	Penting	I	Hijau
4	Biasa	O	Biru
5	Tidak penting	U	Putih
6	Tidak diinginkan	X	Coklat

Contoh alasan yang digunakan untuk menyatakan tingkat kepentingan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan catatan yang sama.
2. Menggunakan personil yang sama.
3. Menggunakan ruangan yang sama.
4. Tingkat hubungan personil.
5. Tingkat hubungan kertas kerja.

2.18. *Worksheet*

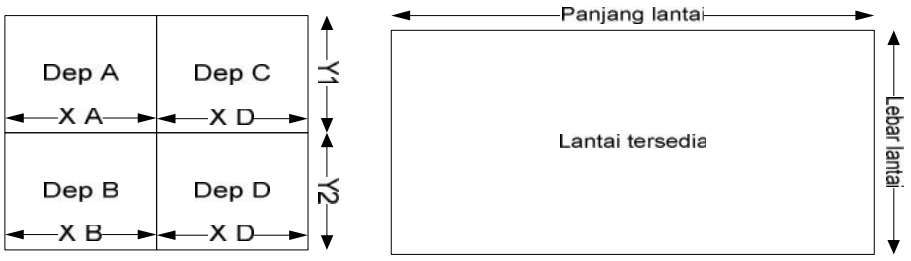
Worksheet (Lembar Kerja) digunakan untuk mempermudah pemeriksaan dan penganalisisan hubungan antar aktivitas yang sebelumnya telah dituangkan dalam bentuk ARC. Jadi *Worksheet* merupakan konversi dari ARC. Pemakaian *Worksheet* dimungkinkan karena ARC dianggap tidak dapat memberikan informasi secara optimal.

2.19. *Area Allocation Diagram* (AAD)

Area Allocation Diagram (AAD) merupakan kelanjutan dari ARC dimana dalam ARC diketahui kesimpulan dari tingkat kepentingan antar aktivitas. Maka dengan demikian berarti bahwa ada sebagian aktivitas harus dekat dengan aktivitas yang lainnya dan juga sebaliknya. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungan antar aktivitas mempengaruhi tingkat kedekatan antar tata letak aktivitas tersebut. Kedekatan tata letak aktivitas tersebut dapat dilihat dalam *Area Allocation Diagram* (AAD).

AAD merupakan gambaran layout secara global yang menggambarkan hubungan kedekatan antar departemen dengan skala ukuran luas lantai yang sebenarnya. Input dari pembuatan AAD ini adalah *Area Relation Diagram* dan data luas lantai setiap departemen. Ukuran setiap departemen pada AAD akan disesuaikan dengan luas lantai dan piñataletakan awal pada ARD yang telah terbentuk.

Karena dari data luas lantai hanya diketahui nilai luas departemen saja, sehingga harus dilakukan perhitungan untuk mengetahui ukuran panjang dan lebar setiap departemen. Penentuan panjang dan lebar departemen untuk pembuatan AAD dapat dilakukan dengan melakuakn perhitungan seperti contoh berikut ini.



Gambar 2.19. ARD dan luas lantai tersedia

Setelah menentukan Y dan X masing-masing departemen, maka:

$$Y1 = \frac{luas_lantai_depA + luas_lantai_depC}{panjang_lantai_tersedia}$$

$$Y2 = \frac{luas_lantai_depB + luas_lantai_depD}{panjang_lantai_tersedia}$$

$$X\,A = \frac{luas_lantai_depA}{Y1}$$

$$X\,B = \frac{luas_lantai_depB}{Y2}$$

$$X\,C = \frac{luas_lantai_depC}{Y1}$$

$$X\,D = \frac{luas_lantai_depD}{Y2}$$

2.20. *Template*

Template merupakan suatu gambaran yang lebih jelas dari tata letak pabrik yang akan dibuat dan merupakan gambaran detail dari *Area Allocation Diagram* (AAD) yang telah dibuat. Informasi yang dapat dilihat pada *template* adalah sebagai berikut:

1. Tata letak kantor dan peralatannya.
2. Tata letak pelayanan yang ada di pabrik, seperti:
    - Mushola
    - Jalan
    - Tempat parkir kendaraan bermotor
    - Gudang
    - Pelayanan kesehatan
3. Tata letak bagian produksi, misalnya :
    - *Receiving*
    - Pabrikasi
    - *Assembling*

- *Shipping*

4. Aliran setiap material, mulai dari *receiving* hingga *shipping*.
5. Distribusi material terhadap setiap mesin sesuai dengan jumlah mesin yang dibutuhkan.

Apabila luas tanah yang ada atau tersedia dibatasi atau terbatas maka sebagai pemecahan masalah tersebut adalah dengan mengefisiensikan luas tanah yang tersedia untuk pemanfaatan penempatan fasilitas, produksi, dan perkantoran.

Adanya pemisahan lantai antara bagian perkantoran dan produksi merupakan jalan keluar yang terbaik, yaitu dengan mengikuti syarat-syarat sebagai berikut:

1. Untuk *template* dengan satu lantai (*Single Floor*)
   Untuk penempatan tata letak antara bagian produksi, pelayanan (*service*), dan perkantoran ditempatkan dalam satu lantai jika luas lahan yang tersedia masih mencukupi dan memungkinkan.

2. Untuk *template* dengan dua lantai atau lebih (*Multi Floor*)
   Penempatan tata letak fasilitas antara bagian produksi, pelayanan (*service*), dan perkantoran mengalami pemisahan tata letak. Biasanya untuk bagian produksi ditempatkan pada bagian pertama agar memudahkan handling dan material maupun *loading* dari *container* ke *receiving* dan dari *shipping* ke *container*. *Template* jenis ini adalah sebagai solusi jika luas tanah yang tersedia tidak mencukupi.